

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Katsuhiko IWASHITA, et al.

GAU:

SERIAL NO: NEW APPLICATION

EXAMINER:

FILED: HEREWITH

FOR: OPTICAL WAVEGUIDE MODULE

REQUEST FOR PRIORITY

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS
WASHINGTON, D.C. 20231

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number, filed, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Provisional Application Serial Number, filed, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e).
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

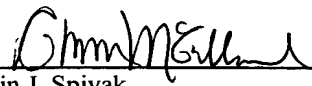
<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
JAPAN	2000-191262	June 26, 2000

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number .
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
(B) Application Serial No.(s)
- ☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.


Marvin J. Spivak

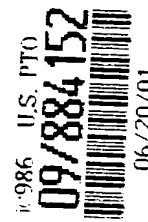
Registration No. 24,913

C. Irvin McClelland
Registration Number 21,124



22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 10/98)



FPFE 704 US

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 6月26日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-191262

出 願 人

Applicant(s):

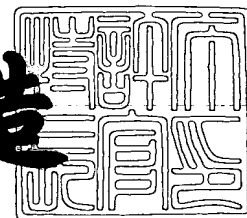
古河電気工業株式会社



2001年 4月27日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3035261

【書類名】 特許願

【整理番号】 990634

【提出日】 平成12年 6月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 6/38

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 岩下 傑彦

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 渡辺 智浩

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 太田 寿彦

【特許出願人】

【識別番号】 000005290

【氏名又は名称】 古河電気工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100090022

【弁理士】

【氏名又は名称】 長門 侃二

【電話番号】 03-3459-7521

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007537

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光導波路モジュール

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光導波路チップの端末に接続補助部材が取り付けられた光導波路部品と、

少なくとも 1 本の光ファイバの端末を、前記接続補助部材と接続互換性を有する接続部材に取り付けた少なくとも 1 個の整列部材とが、

前記接続補助部材と前記接続部材を介して接続され、

前記光導波路チップと前記光ファイバとの接続部分には該接続部分を跨ぎ、該接続部分を継続的に押圧する押圧部材が設置され、

前記光導波路チップの端末に露出した光導波路と前記整列部材の端末に露出した前記光ファイバのコアとが直接接触していることを特徴とする光導波路モジュール。

【請求項 2】 前記整列部材は、前記光ファイバのコアを含むコア周辺領域が前記接続部材の端面より突出している、請求項 1 の光導波路モジュール。

【請求項 3】 前記光ファイバは外周部分のエッジが除去されている、請求項 2 の光導波路モジュール。

【請求項 4】 前記光ファイバは、前記コア周辺領域を、クラッド径よりも小径とし、又は／及び前記コア周辺領域の中心を前記クラッド外周の中心に対して偏心させて、それぞれ突き出し加工している、請求項 2 又は 3 の光導波路モジュール。

【請求項 5】 前記光導波路部品及び前記整列部材は、突出した前記光ファイバが前記接続補助部材との接触を回避するように突き出し加工が成されている、請求項 2 又は 3 の光導波路モジュール。

【請求項 6】 前記接続補助部材と前記光導波路チップの間にガラス層を挿入して前記光ファイバのコア周辺領域と該接続補助部材とが接触しないようにした、請求項 2 又は 3 の光導波路モジュール。

【請求項 7】 前記光導波路部品は、前記光導波路を含む光導波路周辺領域を他の部分よりも突出させて形成されている、請求項 1 の光導波路モジュール。

【請求項 8】 前記光導波路部品は、厚さ $20\mu\text{m}$ 以下の接着剤層によって前記接続補助部材が接着されている、請求項 1 の光導波路モジュール。

【請求項 9】 複数の光ファイバの端末を第 1 の接続部材に取り付けた第 1 の整列部材と、

少なくとも 1 本の光ファイバの端末を第 2 の接続部材に取り付けた第 2 の整列部材と、

入力側端面と出力側端面とを有し、入力側の複数のポートから入力された波長の異なる複数の光信号を合波して出力側の少なくとも 1 つのポートから出力する光導波路を有する光導波路チップとを備えた光導波路モジュールにおいて、

前記第 1 の整列部材は接着剤によって前記光導波路チップの前記入力側端面へ接続され、

前記光導波路チップの前記出力側端面には接続補助部材が取り付けられ、

前記第 2 の接続部材は前記接続補助部材と接続互換性を有し、

前記第 2 の整列部材は、前記第 2 の接続部材と前記接続補助部材を介して前記光導波路チップの前記出力側端面へ接続され、

前記出力側端面における前記接続補助部材との接続部分には、該接続部分を跨ぎ、該接続部分を継続的に押圧する押圧部材が設置され、

前記光導波路チップの前記出力側端面に露出した前記光導波路のコアと前記第 2 の整列部材の端末に露出した前記光ファイバのコアとが直接接触していることを特徴とする光導波路モジュール。

【請求項 10】 前記光導波路のコアと前記光ファイバのコアとが直接接触する部分を通過する 1 ポート当たりの光信号の最大パワーが 300mW 以上となる、請求項 1 乃至 9 何れかの光導波路モジュール。

【請求項 11】 前記入力側端面における前記光導波路のコアと前記光ファイバのコアとが直接接触する部分を通過する 1 ポート当たりの光信号の最大パワーが 300mW 以上で、かつ、前記出力側端面における前記光導波路のコアと前記光ファイバのコアとが直接接触する部分を通過する 1 ポート当たりの光信号の最大パワーが 300mW 以上である、請求項 9 の光導波路モジュール。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光導波路モジュールに関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

光導波路部品は、平面基板上に複数の光導波路を所望形状に高密度に集積させて形成したもので、光通信用の汎用部品として種々の用途に用いられている。このような光導波路部品の使用に際しては、光導波路と光ファイバを接続する技術が不可欠である。この場合、一般的には、単心あるいは多心の光ファイバを所定ピッチで整列固定した光ファイバアレイと光導波路とを突き合わせる。そして、光ファイバ側から伝送されてくる伝送光のパワーを光導波路の端部でモニタしながら、光ファイバアレイと光導波路の位置を微調整し、伝送光におけるパワーの最大値を探すピークサーチを行い、対応する光ファイバと導波路との光軸合わせを行った後、突き合せ部を紫外線硬化型の接着剤等で接着固定している。

【 0 0 0 3 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、近年、例えば、長距離光伝送路においては、ファイバアンプを遠隔励起する等の目的から、従来にはなかった 3 0 0 mW を超える励起光の必要性が高まってきた。このようなハイパワーの励起光を得る手段として、各々の励起光を合波する光導波路部品があり、例えば、マツハツェンダー型の合波光導波路によって、励起光として使用できる波長帯域に含まれる複数波長の光を合波することで、ハイパワーの励起光としている。

【 0 0 0 4 】

このような光導波路部品に光ファイバを接続する場合、特に複数波長の光が合波されて出射されるハイパワー側の出射端面では、1つの光導波路当たり 3 0 0 mW を超える光が通過する。

また、波長多重通信においてますます波長多重化が進むことによって、通信光自体が 3 0 0 mW を超えるハイパワーになることが考えられる。このため、波長多重通信における光合分波モジュールにおいても、アレイ導波路回折格子 (AWG:

Arrayed Waveguide Grating) 型の合分波光導波路を使用したハイパワー対応のものが必要とされている。

【0005】

しかし、接着剤を用いて光導波路部品と光ファイバレイとを接着固定あるいは屈折率整合剤を介して突き合せ接続して光導波路モジュールとした場合、ハイパワーの光が通過する際に、接続面の接着剤や屈折率整合剤が焼損・劣化する可能性があり、モジュールの信頼性を保証することが難しいという問題がある。

このような光導波路モジュールにおいて、300mWを超えるハイパワー光を連続して伝送しながら伝送損失の変動をモニタすると、接着剤や屈折率整合剤の劣化が見られるものと見られないものがある。また、前記劣化が見られる場合であっても、劣化が微妙に変化することが多く、その識別には長時間を要する。一方、ハイパワー光用の光源は、きわめて高価なことから、長時間に亘って伝送光をモニタするには、信頼性のある光導波路モジュールを低コストで製造することが難しくなる。

【0006】

本発明は上記の点に鑑みてなされたもので、光導波路と光ファイバとの接続部に接着剤や屈折率整合剤が存在せず、ハイパワー光の伝送時でも接続部の信頼性が保たれ、低コストに製造できると共に、耐環境性に優れ、光導波路が高密度で集積された光導波路モジュールを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため本発明の光導波路モジュールにおいては、光導波路チップの端末に接続補助部材が取り付けられた光導波路部品と、少なくとも1本の光ファイバの端末を、前記接続補助部材と接続互換性を有する接続部材に取り付けた少なくとも1個の整列部材とが、前記接続補助部材と前記接続部材を介して接続され、前記光導波路チップと前記光ファイバとの接続部分には該接続部分を跨ぎ、該接続部分を継続的に押圧する押圧部材が設置され、前記光導波路チップの端末に露出した光導波路と前記整列部材の端末に露出した前記光ファイバのコアとが直接接触している構成としたのである。

好ましくは、前記整列部材は、前記光ファイバのコアを含むコア周辺領域が前記接続部材の端面より突出しているように構成する。

【0008】

また好ましくは、前記光ファイバは外周部分のエッジが除去されているように構成する。

更に好ましくは、前記光ファイバは、前記コア周辺領域を、クラッド径よりも小径とし、又は／及び前記コア周辺領域の中心を前記クラッド外周の中心に対して偏心させて、それぞれ突き出し加工する。

【0009】

好ましくは、前記光導波路部品及び前記整列部材は、突出した前記光ファイバが前記接続補助部材との接触を回避するように突き出し加工する。

また好ましくは、光導波路モジュールは、前記接続補助部材と前記光導波路チップの間にガラス層を挿入して前記光ファイバのコア周辺領域と該接続補助部材とが接触しないように構成する。

【0010】

更に好ましくは、前記光導波路部品は、前記光導波路を含む光導波路周辺領域を他の部分よりも突出させて形成する。

好ましくは、前記光導波路部品は、厚さ $20\mu\text{m}$ 以下の接着剤層によって前記接続補助部材を接着する。

また、本発明においては上記目的を達成するため、複数の光ファイバの末端を第1の接続部材に取り付けた第1の整列部材と、少なくとも1本の光ファイバの末端を第2の接続部材に取り付けた第2の整列部材と、入力側端面と出力側端面とを有し、入力側の複数のポートから入力された波長の異なる複数の光信号を合波して出力側の少なくとも1つのポートから出力する光導波路を有する光導波路チップとを備えた光導波路モジュールにおいて、前記第1の整列部材は接着剤によって前記光導波路チップの前記入力側端面へ接続され、前記光導波路チップの前記出力側端面には接続補助部材が取り付けられ、前記第2の接続部材は前記接続補助部材と接続互換性を有し、前記第2の整列部材は、前記第2の接続部材と前記接続補助部材を介して前記光導波路チップの前記出力側端面へ接続され、前

記出力側端面における前記接続補助部材との接続部分には、該接続部分を跨ぎ、該接続部分を継続的に押圧する押圧部材が設置され、前記光導波路チップの前記出力側端面に露出した前記光導波路のコアと前記第 2 の整列部材の端末に露出した前記光ファイバのコアとが直接接触している構成としたのである。

【 0 0 1 1 】

好ましくは、光導波路モジュールは、前記光導波路のコアと前記光ファイバのコアとが直接接触する部分を通過する 1 ポート当たりの光信号の最大パワーが 3 0 0 mW 以上であるものとする。

また好ましくは、光導波路モジュールは、前記入力側端面における前記光導波路のコアと前記光ファイバのコアとが直接接触する部分を通過する 1 ポート当たりの光信号の最大パワーが 3 0 0 mW 以上で、かつ、前記出力側端面における前記光導波路のコアと前記光ファイバのコアとが直接接触する部分を通過する 1 ポート当たりの光信号の最大パワーが 3 0 0 mW 以上であるものとする。

【 0 0 1 2 】

本明細書において、接続補助部材とは、光導波路チップ端面に取り付けられる部品をいう。また、接続部材とは、例えばフェルール単独のように、光ファイバを整列する部品をいい、例えばコネクタプラグのように、前記接続部材に光ファイバを整列したものを整列部材という。

【 0 0 1 3 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の光導波路モジュールに係る一実施形態を図 1 乃至図 2 3 に基づいて詳細に説明する。

光導波路モジュール 1 は、複数の光源から出射される波長の異なる光を合波する光モジュールで、図 1 に示すように、光導波路チップ 2 a の端末に接続補助部材 3 が取り付けられた光導波路部品 2、整列部材としてのコネクタプラグ（以下、単に「プラグ」という）6 及び押圧部材としてのクランプスプリング 8 を備えている。

【 0 0 1 4 】

光導波路チップ 2 a は、図 2 に示すように、シリコン又は石英からなる基板 2

g上に下部クラッド層2eが形成され、その上に光導波路2bが所望形状に高密度で集積されて形成されている。光導波路2bは、例えば、入射側が4ポート、出射側が1ポートのマッハツェンダー型の合波回路であり、入射する複数波長の光を合波する。あるいは逆方向に光を入射させれば、光を分波することができる。光導波路チップ2aは、図2(a)に示すように、入射端面2cと出射端面2dとを有している。ここで、光導波路2bは、下部クラッド層2eと上部クラッド層2f内に形成されている(図11, 13参照)。また、光導波路部品2は、図1に示すように、長手方向一端の出射端面2d側の上面に接続補助部材3が、接着剤によって接着固定されている。光導波路部品2の他端の入射端面2c側には、光ファイバアレイ4が接着剤によって接着固定されている。光導波路部品2は、出射端面2d側の上面にV溝2h(図3(a)参照)が形成されている。そして、光導波路部品2は、図3(a), (b)に示すように、光導波路2bの端面を含む出射端面2dが斜めに、例えば、光導波路2bの光軸に直交する垂直面に対して8度の傾斜角度をなすように研磨されている。これは、光導波路2bを伝送される300mWを超えるハイパワー光の出射端面2dにおける反射を低減することで後述する光ファイバ5aに接続した半導体レーザを損傷から保護するためである。ここで、光導波路部品2は、出射端面2dにおける反射光の影響を他の手段によって除去できれば、出射端面2dを斜めに研磨せず、光軸に直交する垂直面としておいてもよい。この場合、プラグ6も、後述する突合せ端面6bを光ファイバ7aの光軸に直交する垂直面としておく。

【0015】

接続補助部材3は、エポキシ樹脂等の合成樹脂から成型され、光導波路部品2の出射端面2d側の上面に被着される。接続補助部材3は、図3(a), (b)に示すように、下部中央に光導波路チップ2aを配置する凹部3aが形成され、凹部3aには幅方向に所定間隔をおいて2本のV溝3bが形成されている。また、接続補助部材3は、幅方向両側にピン孔3cが設けられている。ここで、接続補助部材3は、V溝3bとV溝2hとの間に位置決めピン3dを配置して光導波路チップ2aに対して位置決めされ、厚さ20 μ m以下の接着剤層3e(図11, 13参照)によって光導波路チップ2aの出射端面2d側上面に接着される。

これにより、光導波路部品 2 におけるピン孔 3 c の中心と光導波路 2 b との相対位置が、後述するプラグ 6 のピン孔 6 a の中心と光ファイバ 7 a のコアとの相対位置が等しくなる。同様に、接続補助部材 3 は、図 1 に示すように、各ピン孔 3 c に挿着したガイドピン 3 f によって、図 4 に示すように、光導波路部品 2 とプラグ 6 とを位置決めして突き合せ接続する。そして、接続補助部材 3 は、プラグ 6 と対向する突き合せ端面 3 g が出射端面 2 d と共に研磨されている。

【 0 0 1 6 】

光ファイバアレイ 4 は、図 1 に示すように、テープファイバ 5 の一端に取り付けられている。光ファイバアレイ 4 は、複数の位置決め溝（図示せず）が形成された基板 4 a とカバー 4 b とを有し、前記各位置決め溝によってテープファイバ 5 の後述する各光ファイバ 5 a を位置決めしている。テープファイバ 5 は、第 1 の光ファイバとなる複数、例えば、4 本の光ファイバ 5 a を有し、各光ファイバ 5 a の端部には、異なる波長の光を出射する光源となる半導体レーザ LD1～LD4（図 9 参照）が接続されている。このとき、テープファイバ 5 は、光ファイバ 5 a の数については特に限定はない。

【 0 0 1 7 】

ここで、半導体レーザ LD1～LD4 は、最大出力が 200 mW 程度で、レーザ光による焼損のおそれがないので、光導波路部品 2 とファイバアレイ 4 とは通常の接着剤を用いて接着されている。

プラグ 6 は、多心コネクタ、例えば、合成樹脂から成型された MT (mechanically transferable) コネクタのフェルール 6 c を用いた整列部材である。フェルールは接続部材であるが、単心コネクタのフェルール他、いわゆる Mini-MT コネクタ等のピン嵌合方式による多心コネクタで用いるフェルールあってもよい。プラグ 6 は、図 1 及び図 5 (a), (b) に示すように、第 2 の光ファイバとなる複数の光ファイバ 7 a を有するテープファイバ 7 の端部にフェルール 6 c が取り付けられ、幅方向両側にはピン孔 6 a が形成されている。テープファイバ 7 は、光ファイバ 7 a の数については特に限定はないが、その数に応じてプラグ 6 の幅並びにピン孔 6 a の間隔が適宜変更される。プラグ 6 は、図 5 (b) 及び図 6 に示すように、突き合せ端面 6 b が接続補助部材 3 及び光導波路チップ 2 a

の出射端面 2 d に対応するように、光ファイバ 7 a の光軸に直交する垂直面に対して斜めに研磨されると共に、光ファイバ 7 a が僅かに突き出し加工されている。光ファイバ 7 a の突出量は、例えば、 $2\mu\text{m}$ 以上に設定するが、突合せ端面 6 b や接続補助部材 3 及び光導波路チップ 2 a の出射端面 2 d を傾斜面に研磨するときの研磨角度のずれを考慮すると、 $5\sim 15\mu\text{m}$ であることが望ましい。

【0018】

ここで、光ファイバ 7 a は、図 7 (a) に示すように、クラッド 7 b とコア 7 c を有し、通常、先端が円柱状である。しかし、本発明では、プラグ 6 の突合せ端面 6 b から突出した光ファイバ 7 a は、図 7 (b) に示すように、先端の外周部分を面取りしてテーパ面 FT を形成しておく。また、突合せ端面 6 b から突出した光ファイバ 7 a は、図 8 (a), (b) に示すように、先端外周にテーパ面 FT を形成すると共に、クラッド 7 b の外周を加工してクラッド径を小径にしたり、図 8 (c), (d) に示すように、クラッド 7 b の外周をコア 7 c の中心に対して偏心させて小径に突き出し加工してもよい。但し、図 8 (b), (d) は、図 8 (a), (c) を光ファイバ 7 a の光軸方向から見た平面図である。

【0019】

クランプスプリング 8 は、光導波路部品 2 とプラグ 6 との突き合せ接続の安定性を保持する押圧部材で、弾性金属から折り曲げ加工され、図 1 に示すように、板状部材 8 a の長手方向両端にそれぞれ 2 つのばね片 8 b が設けられている。クランプスプリング 8 は、接続補助部材 3 とプラグ 6 とを跨るように掛け渡し、突き合せ接続された光導波路部品 2 とプラグ 6 との間に継続的に突き合せ方向の押圧力（例えば、 $0.49\sim 4.9\text{N}$ ）を付与する。

【0020】

以上のように構成される光導波路モジュール 1 は、以下のようにして製造される。

先ず、光導波路チップ 2 a の出射端面 2 d 側の上面に接続補助部材 3 が接着固定された光導波路部品 2 に、接続補助部材 3 を介してプラグ 6 が突き合せ接続されており、光導波路部品 2 の他端の入力端面側には光ファイバアレイ 4 が接着固定されている。このとき、光導波路チップ 2 a と接続補助部材 3 とは、V 溝 3 b

とV溝2hとの間に配置した位置決めピン3dによって幅方向に位置決めされる。また、光導波路部品2とプラグ6とは、接続補助部材3の各ピン孔3cに挿着したガイドピン3fによって位置決めして突き合せ接続されている。

【0021】

次に、図9に示すように、接続補助部材3とプラグ6との間にクランプスプリング8を掛け渡し、それぞれ2つのばね片8bを接続補助部材3及びプラグ6の後部に当接させる。

これにより、光導波路部品2とプラグ6とが突き合せ接続され、プラグ6の突き合せ端面6bから僅かに突出した光ファイバ7aが、光導波路部品2に形成された光導波路2bと直接接触する。

【0022】

このため、半導体レーザLD1～LD4から各光ファイバ5aを介して光導波路部品2に伝送されてくる異なる波長の光が、光導波路部品2で合波されて300mWを超えるハイパワー光となることがある。しかし、光ファイバ7aは、光導波路2bと直接接触しているだけで、接着剤や屈折率整合剤が介在しないので、これらが焼損したり、劣化したりすることはない。

【0023】

しかも、光導波路部品2は、接続補助部材3と共に光導波路2bの端面を含む出射端面2dが斜めに、また、プラグ6も、突き合せ端面6bが接続補助部材3及び光導波路チップ2aの出射端面2dに対応するように斜めに、それぞれ研磨されている。このため、光ファイバ7aと光導波路2bとが直接接触している個々の部分では、反射減衰量を70dB以上にすることができ、反射光による半導体レーザLD1～LD4の損傷を防止することができる。このとき、光導波路部品2及びプラグ6は、接続補助部材3と共に光導波路2bの端面を含む出射端面2d及び突き合せ端面6bを光軸に直交する垂直面としても、光ファイバ7aと光導波路2bとが直接接触している個々の部分で、反射減衰量を40dB以上にすることができ。

【0024】

次いで、光導波路部品2、光ファイバアレイ4及びプラグ6を保護するため、

図 1 0 に示すように、パッケージ 9 内に収めて最終製品としての光導波路モジュール 1 の製造が完了する。

ところで、接続補助部材 3 は、前記のように合成樹脂から成型されていることから、高温高湿の環境下では湿気を吸収して僅かに膨張する。例えば、光導波路チップ 2 a の上面に接続補助部材 3 を接着固定した後、接続補助部材 3 の端面を出射端面 2 d と共に、光導波路 2 b の光軸に対して直交する垂直面に研磨する。そして、接続補助部材 3 を 8 5 ℃、相対湿度 8 5 % の下に長時間放置すると、接続補助部材 3 は、膨張によって光導波路部品 2 の出射端面 2 d から僅かに突出する。この突出量は、接続補助部材 3 を構成する合成樹脂によって異なるが、最大でも 1 μ m 弱である。

【 0 0 2 5 】

このとき、プラグ 6 から突出している光ファイバ 7 a の先端が図 7 (a) に示すように円柱状であったり、外径が大きいと、接続補助部材 3 を介して光導波路部品 2 とプラグ 6 とを突き合せ接続したときに、図 1 1 に示すように、プラグ 6 から突出している光ファイバ 7 a の先端外周が接続補助部材 3 の端面や光導波路部品 2 の出射端面 2 d に当接する。これによって、光導波路部品 2 とプラグ 6 においては、図示のように、光導波路 2 b と光ファイバ 7 a のコア 7 c との間に 1 μ m 弱の隙間が生じ、この隙間に起因する多重反射によって光の伝送損失が増加してしまう。特に、3 0 0 mW を超えるハイパワー光を伝送する場合、この隙間の部分で大きな伝送損失が発生する。

【 0 0 2 6 】

しかも、光ファイバ 7 a の先端が、図 7 (a) に示すように円柱状であると、接続補助部材 3 を介して光導波路部品 2 とプラグ 6 とを突き合せ接続したときに以下のような不具合を生じる。即ち、図 1 1 に示すように、光ファイバ 7 a の上部が接続補助部材 3 に押される結果、光ファイバ 7 a の下部がエッジとなって出射端面 2 d を押圧し、光導波路部品 2 にクラック CL を発生させる。このようなクラック CL は、高温高湿の環境下で更に成長し、光の伝送損失を増加させる。

【 0 0 2 7 】

例えば、このようなクラック CL が発生した図 9 に示す光導波路モジュール 1

のサンプルに対し、ベルコア(Belcore)GR1209準拠の高温高湿試験(温度85℃、相対湿度85%、2週間)を実施した。即ち、図9に示す光導波路モジュール1のサンプルに対し、光導波路部品2、光ファイバアレイ4及びプラグ6のみを対象として、半導体レーザLD1から出射され、光導波路部品2の1つの入射ポートを介してプラグ6の光ファイバ7aへ伝送される光の時間経化に伴う伝送損失をモニタした。そのときの、伝送損失の変動(dB)のモニタ結果を図12に示す。

【0028】

図12において、モニタ開始直後の伝送損失の漸増は、図11に示すように、接続補助部材3の湿気吸収に伴う膨張に起因した光導波路2bと光ファイバ7aのコア7cとの間の隙間の発生による伝送損失の増加に対応している。また、試験開始後260時間付近に見られる約0.7dBから約1.6dBへの階段状の伝送損失の増加は、光導波路部品2におけるクラックCLの発生に対応している。そして、試験終了時には0.5dBの伝送損失増加があり、そのロス増加分が残留し、温度と湿度を通常的环境状態に戻しても、試験開始前の状態には戻らなかった。

【0029】

そこで、本発明の光導波路モジュール1においては、前記のように、先ず、第1に、光ファイバ7aの下部がエッジとなって光導波路部品2の出射端面2dにクラックCLを生じないように、図7(b)に示すように、先端の外周部分を面取りしてテーパ面FTを形成しておく。第2に、図8(a)，(b)に示すように、光ファイバ7aの先端外周にテーパ面FTを形成すると共に、クラッド7bの外周を研磨してクラッド径を小径にしたり、図8(c)，(d)に示すように、クラッド7bの外周をコア7cの中心に対して偏心させて小径に研磨しておく。

【0030】

例えば、クラッド7bの外周を図8(c)，(d)に示すように研磨しておく、光ファイバ7aは、図13に示すように、膨張によって出射端面2dから僅かに突出した接続補助部材3の下側に入り込んで光導波路部品2の対応する光導

波路 2 b と直接接触する。このため、製造される光導波路モジュール 1 においては、光導波路 2 b と光ファイバ 7 a のコア 7 c との間に隙間が生じることはない。ここで、図 1 1 及び図 1 3 に示すプラグ 6 は、図面の簡単のため突合せ端面 6 b が光ファイバ 7 a の光軸に直交する垂直面のものについて描いてある。

【 0 0 3 1 】

上記のように、プラグ 6 において光ファイバ 7 a を突合せ端面 6 b から僅かに突出させると共に、光ファイバ 7 a の先端外周部分を面取りしたり、クラッド径を小径に研磨しておく。このようにすると、高温高湿の環境下で湿気を吸収し、接続補助部材 3 が膨張によって光導波路部品 2 の出射端面 2 d から僅かに突出しても、光導波路 2 b と光ファイバ 7 a のコア 7 c とが直接接触し、光導波路部品 2 にクラックを発生することがないうえ、光の伝送損失を増加させることもない。

【 0 0 3 2 】

プラグ 6 の光ファイバ 7 a を上記のように加工した光導波路モジュール 1 に対し、ベルコア GR 1 2 0 9 準拠の高温高湿試験（温度 8 5 ℃、相対湿度 8 5 %、2 週間）を実施したときの、図 1 2 と同様に行った光の伝送損失の変動（d B）のモニタ結果を図 1 4 に示す。図 1 4 から明らかなように、図 1 2 に示すような試験中における伝送損失の漸増や階段状の増加は見られず、試験終了後の残留損失も 0.1 d B 以下であった。

【 0 0 3 3 】

以上の説明で明らかなように、本発明によれば、ベルコア GR 1 2 2 1 準拠の長期高温高湿試験（温度 8 5 ℃、相対湿度 8 5 %、5 0 0 0 時間）後の伝送損失の変動を 0.2 d B 以下に抑えた高い信頼性を有する光導波路モジュール 1 を提供することができる。

ここで、接続補助部材 3 を光導波路チップ 2 a に接着固定する接着剤層 3 e も、高温高湿の環境下では湿気を吸収して膨張し、光導波路部品 2 と接続補助部材 3 との間から出射端面 2 d 側へはみ出す傾向があることが知られている。しかし、接着剤層 3 e は、剛性が低いので、例えば 2 0 μ m 以下の厚さに保持しておく。このようにすると、光導波路モジュール 1 においては、膨張した接着剤層 3 e

が光導波路部品 2 と光ファイバ 7 a との間に入り込み、光導波路 2 b と光ファイバ 7 a のコア 7 c との間に隙間を形成することはない。

【0034】

また、上記した接着剤層 3 e の光導波路部品 2 と光ファイバ 7 a との間への入り込みを避けるため、光導波路部品 2 は、光導波路 2 b 上側の上部クラッド層 2 f を厚く形成したり、図 1 5 (a) に示すように、上部クラッド層 2 f の上にガラス板 G を超音波によって融着してもよい。また、図 1 5 (b) に示すように、光導波路チップ 2 a と接続補助部材 3 との間にスペーサとしてガラス板 G を配置してもよい。更に、光導波路チップ 2 a に接続補助部材 3 を接着固定するとき、離型剤等をスペーサとして光導波路チップ 2 a と接続補助部材 3 との間に配置しておき、接着剤が硬化した後、取り除くことで接着剤層 3 e の前記入り込みを避けてもよい。

【0035】

ここで、本発明の光導波路モジュールは、光導波路部品 2 の光導波路 2 b に入射端面側から 300 mW を超えるハイパワー光が入射する場合には、入射端面側もハイパワーに対応した接続構造とする必要がある。このような場合には、図 1 6 に示す光導波路モジュール 10 のように、光導波路チップ 2 a の入射端面及び出射端面（共に図示せず）の両側に接続補助部材 3 を接着固定し、各接続補助部材 3 を介して光導波路部品 2 にプラグ 6 を接続し、各接続補助部材 3 とプラグ 6 との間にクランプスプリング 8 を掛け渡してもよい。

【0036】

ここで、以下に説明する他の実施形態に係る各光導波路モジュールにおいては、構成部品が光導波路モジュール 1 と同様のものについては、図面並びに説明において同一の符号を用いることで重複した説明を省略する。

このとき、光導波路部品 2 の入射端面側に接続するプラグ 6 は、図 1 7 に示すように、テープファイバ 5 の一端に取り付けられ、テープファイバ 5 の他端から延出する各光ファイバ 5 a の端部には、異なる波長の光を出射する光源となる半導体レーザ LD1～LD4 が接続されている。そして、光導波路モジュール 10 は、光導波路モジュール 1 と同様に、光導波路部品 2、光ファイバアレイ 4 及びブ

ラグ 6 を、これらを保護するため、図 1 8 に示すように、パッケージ 1 1 内に収めて最終製品とされる。

【 0 0 3 7 】

従って、光導波路モジュール 1 0 においても、光導波路モジュール 1 と同様に、光導波路部品 2 とプラグ 6 とを接続補助部材 3 を介して突き合せ接続すると、プラグ 6 の突き合せ端面 6 b から僅かに突出した光ファイバ 7 a が、光導波路部品 2 に形成された光導波路 2 b と直接接触する。

このため、半導体レーザ LD1～LD4 から各光ファイバ 5 a を介して光導波路部品 2 に伝送されてくる異なる波長の光が、光導波路部品 2 で合波されて 3 0 0 mW を超えるハイパワー光となっても、光ファイバ 7 a は、光導波路 2 b と直接接触しているだけで、入射側や出射側には接着剤や屈折率整合剤が介在しないので、これらが焼損したり、劣化したりすることはない。

【 0 0 3 8 】

また、本発明の光導波路モジュールは、図 1 9 に示す光導波路モジュール 1 5 のように、光導波路部品 2 の出射端面 2 d 側に単心コネクタのプラグ 1 6 を接続補助部材 1 7 を介して接続する構造としてもよい。

このとき、プラグ 1 6 は、単心のフェルール 1 6 a を有し、接続補助部材 1 7 には、FC コネクタ、SC コネクタあるいは MU コネクタ等の単心コネクタと接続する際のインターフェースとなる単心アダプタ 1 7 a を設ける。光導波路部品 2 は、入射端面 2 c 側に光ファイバアレイ 4 が接着剤によって接着固定されている。光ファイバアレイ 4 に一端が固定されたテープファイバ 5 は、図 2 0 に示すように、他端から延出する各光ファイバ 5 a の端部に、異なる波長の光を出射する光源となる半導体レーザ LD1～LD4 が接続される。そして、光導波路モジュール 1 5 は、光導波路モジュール 1 と同様に、光導波路部品 2、光ファイバアレイ 4 及びプラグ 6 を、これらを保護するため、図 2 1 に示すように、パッケージ 1 8 内に収めて最終製品とされる。

【 0 0 3 9 】

従って、光導波路モジュール 1 5 においても、プラグ 6 の突き合せ端面 6 b から僅かに突出した光ファイバ 7 a が、光導波路部品 2 に形成された光導波路 2 b と

直接接触するので、光導波路モジュール 1 0 と同じ効果を発揮することができる。

更に、本発明の光導波路モジュールは、図 2 2 に示す光導波路モジュール 2 0 のように、整列部材として M P O (multifiber push-on) コネクタのプラグを用いたものでもよい。

【 0 0 4 0 】

即ち、光導波路モジュール 2 0 は、接続補助部材 3 を取り付けした光導波路部品 2、光ファイバアレイ 4 がハウジング 2-1 内に収容され、ハウジング 2-1 の出力側には M P O レセプタクル 2 2 が取り付けられている。光導波路モジュール 2 0 は、M P O レセプタクル 2 2 を介してプラグ 2 3 が着脱自在に取り付けられよう構成されている。

【 0 0 4 1 】

このとき、プラグ 2 3 は、プラグ 6 と同様に、第 2 の光ファイバとなる複数の光ファイバ 2 4 a を有するテープファイバ 2 4 の端部に取り付けられるフェルール（図示せず）を有し、幅方向両側にはピン孔（図示せず）が形成されている。プラグ 2 3 は、プラグ 6 と同様に、突合せ端面（図示せず）が接続補助部材 3 及び光導波路部品 2 の出射端面 2 d に対応するように、光ファイバ 2 4 a の光軸に直交する垂直面に対して斜めに研磨されると共に、光ファイバ 2 4 a が僅かに突出している。プラグ 2 3 は、接続補助部材 3 の 2 本のガイドピン 3 f によって接続補助部材 3、従って光導波路部品 2 に対して位置決めされて突き合せ接続される。

【 0 0 4 2 】

ここで、各光ファイバ 2 4 a は、端部に異なる波長の光を出射する光源となる半導体レーザ L D 1 ~ L D 4 が接続されている。

従って、光導波路モジュール 2 0 においても、光導波路モジュール 1 と同様に、光導波路部品 2 とプラグ 2 3 とを接続補助部材 3 を介して突き合せ接続すると、プラグ 2 3 の突合せ端面から僅かに突出した光ファイバ 2 4 a が、光導波路部品 2 に形成された光導波路 2 b と直接接触する。

【 0 0 4 3 】

このため、半導体レーザLD1～LD4から各光ファイバ24aを介して光導波路部品2に伝送されてくる異なる波長の光が、光導波路部品2で合波されて、例えば300mWを超えるハイパワー光となっても、光ファイバ24aは、光導波路2bと直接接触しているだけで、入射側や出射側には接着剤や屈折率整合剤が介在しないので、これらが焼損したり、劣化したりすることはない。

【0044】

また、図23に示す光導波路モジュール30のように、接続補助部材3を取り付けた光導波路部品2、光ファイバアレイ4をハウジング32内に収容する。そして、光導波路モジュール30は、ハウジング32の出力側にMTコネクタプラグ33を押圧ばね34と共に収容した構成とする。

従って、光導波路モジュール30においても、MTコネクタプラグ33の図示しない突合せ端面から僅かに突出した光ファイバ34aのコアが、光導波路部品2に形成された光導波路2bと直接接触するので、光導波路モジュール20と同じ効果を発揮することができる。

【0045】

【発明の効果】

請求項1乃至11の発明によれば、光導波路と光ファイバとの接続部に接着剤や屈折率整合剤が存在せず、ハイパワー光の伝送時でも接続部の信頼性が保たれ、低コストに製造できると共に、耐環境性に優れ、光導波路が高密度で集積された光導波路モジュールを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の光導波路モジュールを示す斜視図である。

【図2】

図1の光導波路モジュールで用いる光導波路部品の平面図である。

【図3】

図1の光導波路モジュールで用いる光導波路部品と接続補助部材との配置を示す正面図(a)と側面図(b)である。

【図4】

接続補助部材を介して光導波路部品とプラグとを突き合せ接続した状態を示す側面図である。

【図 5】

図 1 の光導波路モジュールで用いるプラグの正面図 (a) と側面図 (b) である。

【図 6】

図 5 (b) の A 部拡大図である。

【図 7】

図 1 のプラグで用いる第 2 の光ファイバの先端形状の比較図である。

【図 8】

図 1 のプラグで用いる第 2 の光ファイバの先端側の各種形状を示す説明図である。

【図 9】

図 1 に示す光導波路モジュールにおいて、接続補助部材とプラグとの間にクランプスプリングを掛け渡した状態を示す斜視図である。

【図 10】

図 9 の光導波路モジュールをパッケージ内に収めた最終製品としての光導波路モジュールを示す斜視図である。

【図 11】

プラグから突出している光ファイバの先端が円柱状であったり、先端の外径が大きい場合に、光導波路部品のコアと光ファイバのコアとが直接接触したときの不具合を説明する断面図である。

【図 12】

図 11 に示す不具合を有する光導波路モジュールのサンプルにおける半導体レーザから出射され、光導波路部品を介してプラグの光ファイバへ伝送される光の時間経化に伴う伝送損失の変動のモニタ結果を示す伝送損失特性図である。

【図 13】

プラグから突出している光ファイバのクラッドの外周を研磨しておいた場合に、光導波路部品のコアと光ファイバのコアとが直接接触したときの状況を示す断

面図である。

【図 1 4】

光ファイバを図 1 3 に示す構造とした場合の、光導波路モジュールにおける半導体レーザから出射され、光導波路部品を介してプラグの光ファイバへ伝送される光の時間経化に伴う伝送損失の変動のモニタ結果を示す伝送損失特性図である。

【図 1 5】

光導波路部品のクラッド層の上にガラス板を超音波によって融着したり、光導波路チップと接続補助部材との間にスペーサとしてガラス板を配置した本発明の変形例を示す正面図である。

【図 1 6】

本発明の光導波路モジュールの他の実施形態を示す斜視図である。

【図 1 7】

図 1 6 に示す光導波路モジュールにおいて、接続補助部材を介して突き合せ接続された光導波路部品とプラグの接続補助部材とプラグとの間にクランプスプリングを掛け渡した状態を示す斜視図である。

【図 1 8】

図 1 7 の光導波路モジュールをパッケージ内に収めた最終製品としての光導波路モジュールを示す斜視図である。

【図 1 9】

本発明の光導波路モジュールの更に他の実施形態を示す斜視図である。

【図 2 0】

図 1 9 に示す光導波路モジュールにおいて、光導波路部品とプラグとを接続補助部材を介して突き合せ接続した状態を示す斜視図である。

【図 2 1】

図 2 0 の光導波路モジュールをパッケージ内に収めた最終製品としての光導波路モジュールを示す斜視図である。

【図 2 2】

本発明の光導波路モジュールの他の実施形態を示す斜視図である。

【図 2 3】

本発明の光導波路モジュールの更に他の実施形態を示す斜視図である。

【符号の説明】

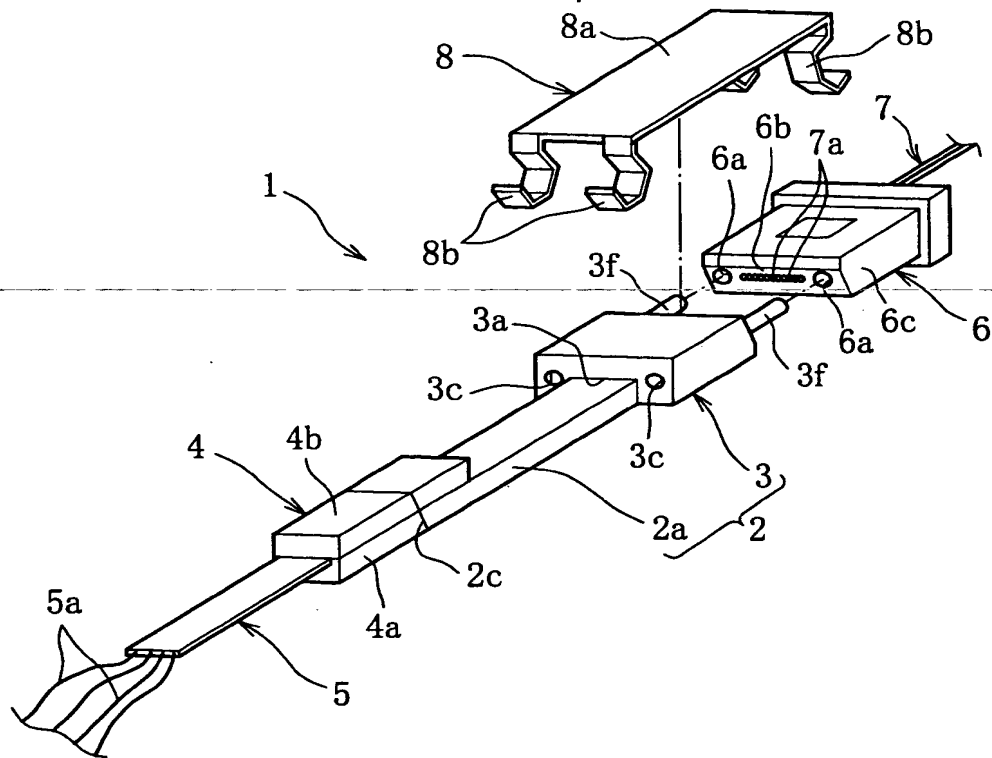
1	光導波路モジュール
2	光導波路部品
2 a	導波路チップ
2 b	光導波路
2 c	入射端面
2 d	出射端面
2 e	クラッド層
2 f	コア
3	接続補助部材
4	光ファイバアレイ
5	テープファイバ
5 a	光ファイバ（第 1 の光ファイバ）
6	コネクタプラグ（整列部材）
6 b	突合せ端面
6 c	フェルール（接続部材）
7	テープファイバ
7 a	光ファイバ（第 2 の光ファイバ）
7 c	コア
8	クランプスプリング（押圧部材）
9	パッケージ
1 0	光導波路モジュール
1 1	パッケージ
1 5	光導波路モジュール
1 6	プラグ（整列部材）
1 6 a	フェルール（接続部材）
1 7	接続補助部材

1 7 a	単心アダプタ
1 8	パッケージ
2 0	光導波路モジュール
2 1	ハウジング
2 2	M P O レセプタクル
2 3	プラグ (整列部材)
2 4	テープファイバ
2 4 a	光ファイバ (第 2 の光ファイバ)
3 0	光導波路モジュール
3 2	ハウジング
3 3	M T コネクタプラグ (整列部材)
3 4	押圧ばね
FT	テーパ面
G	ガラス板 (スペーサ)
L D 1 ~ L D 4	半導体レーザ

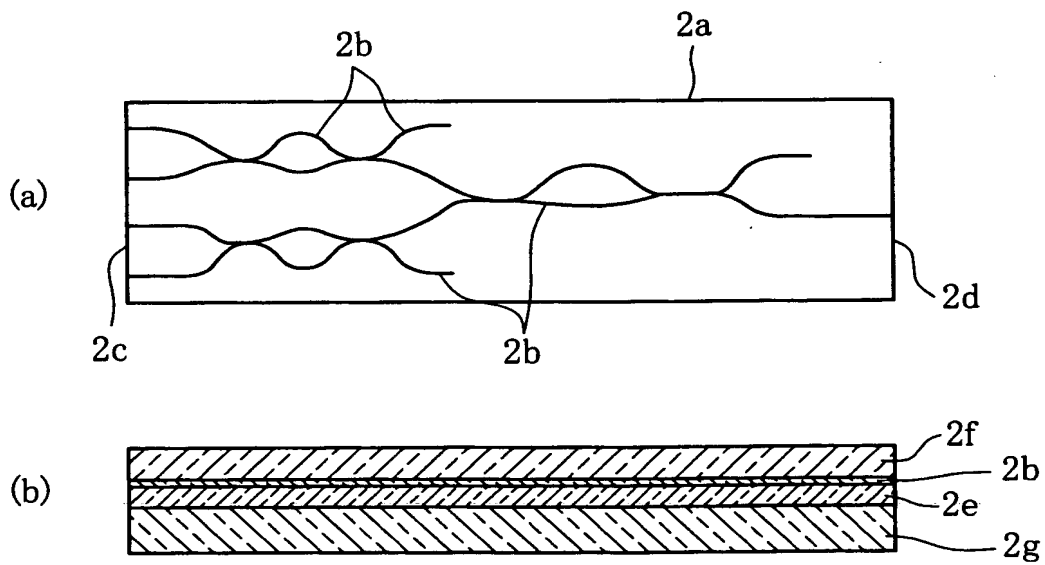
【書類名】

図面

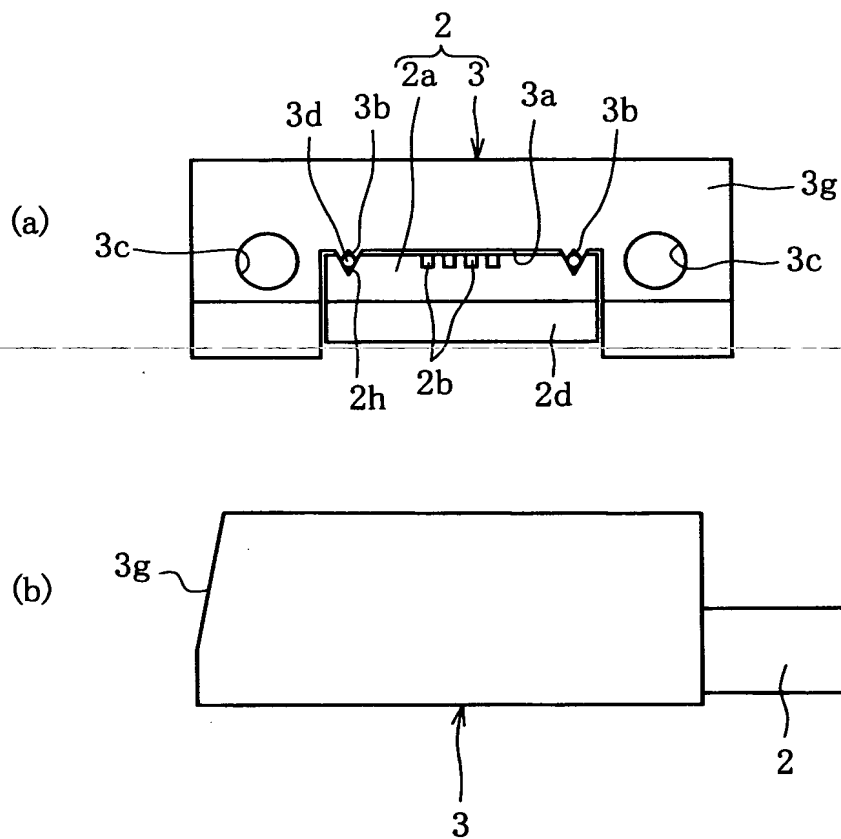
【図 1】



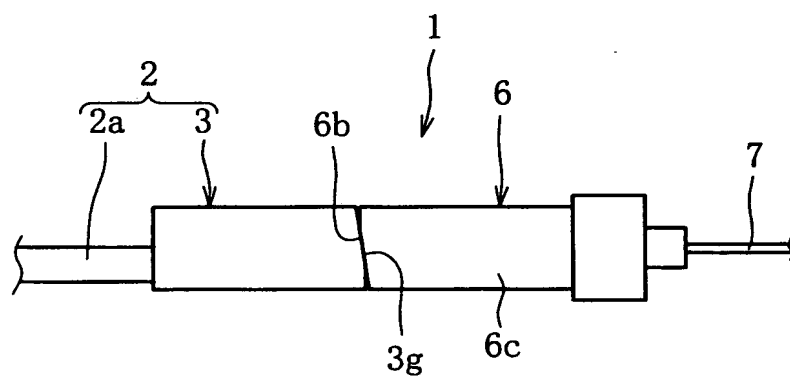
【図 2】



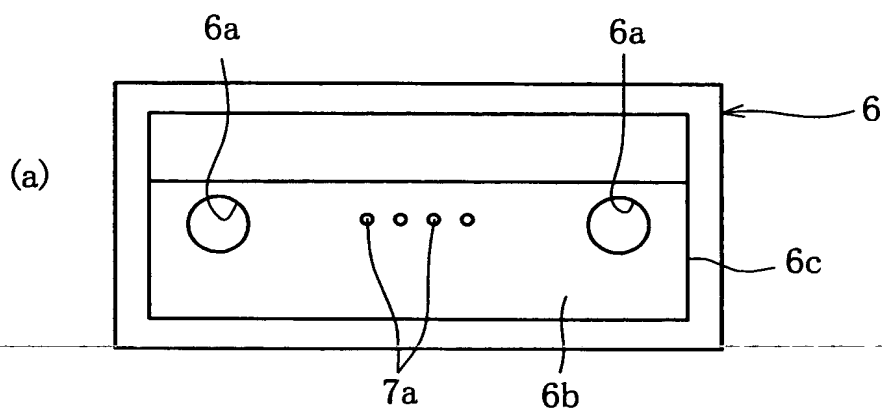
【図 3】



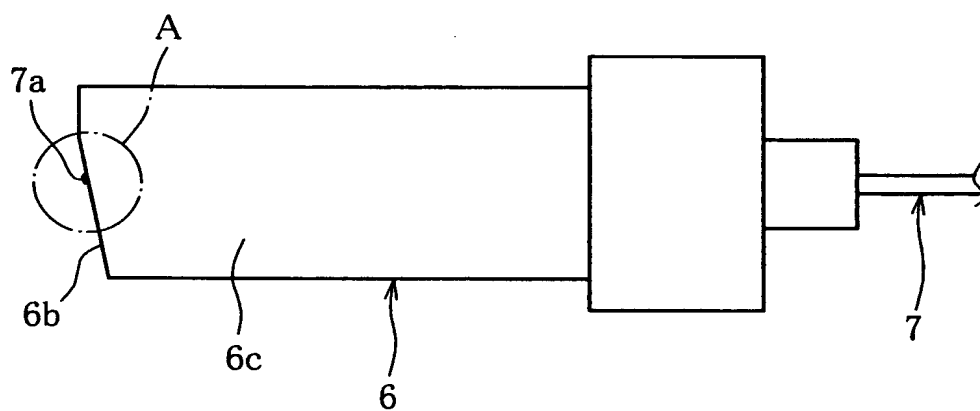
【図 4】



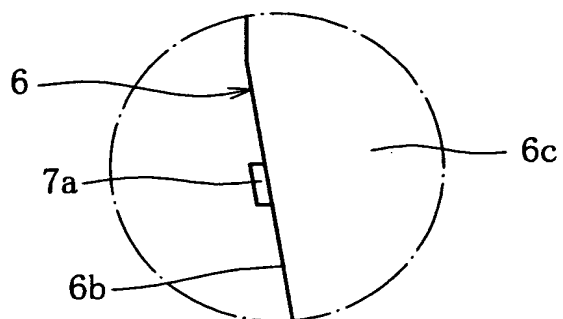
【図 5】



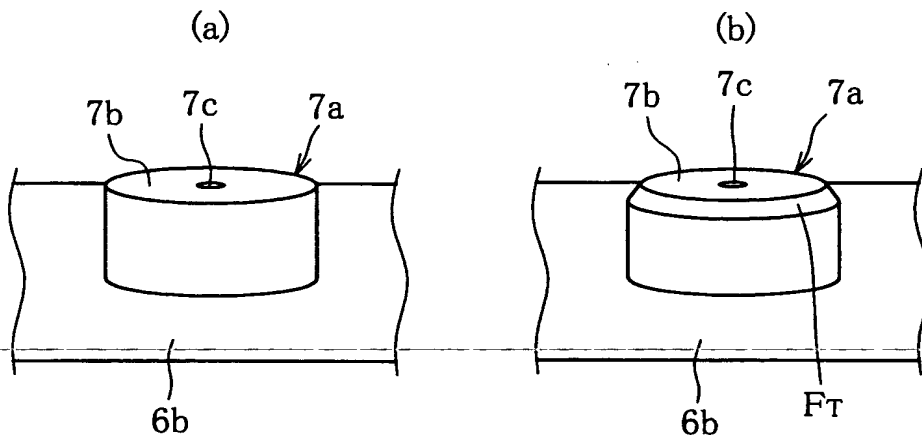
(b)



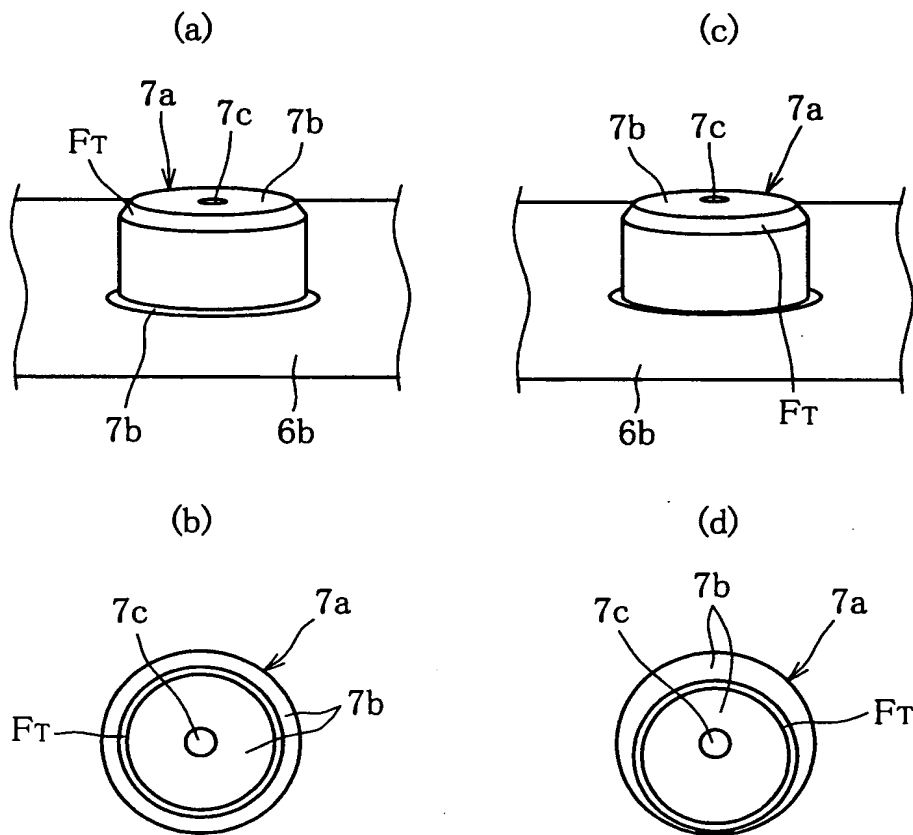
【図 6】



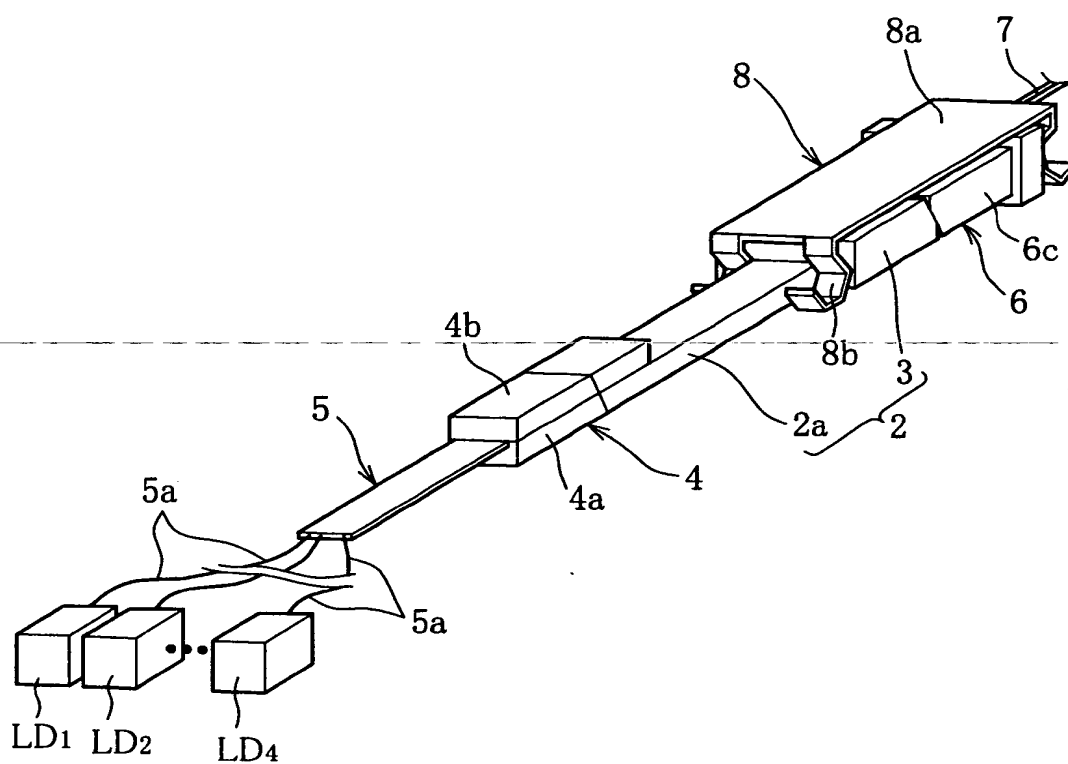
【図 7】



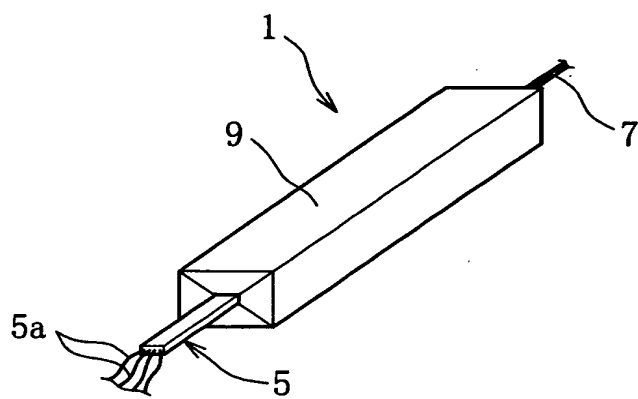
【図 8】



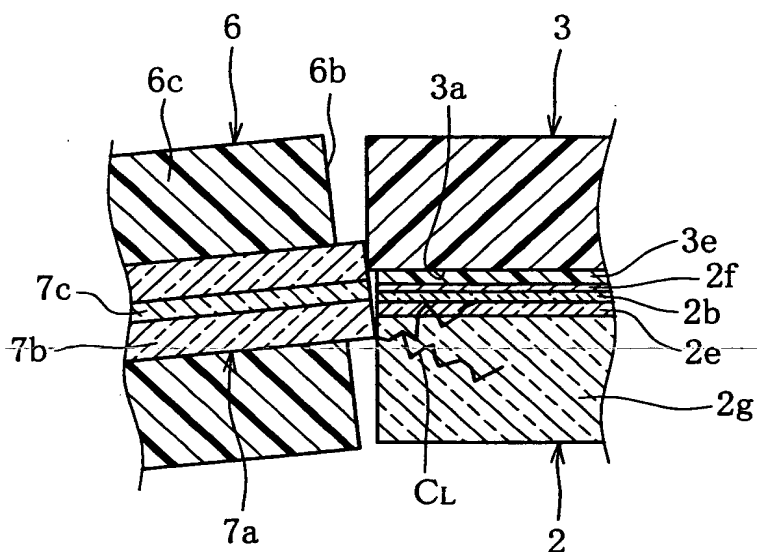
【図 9】



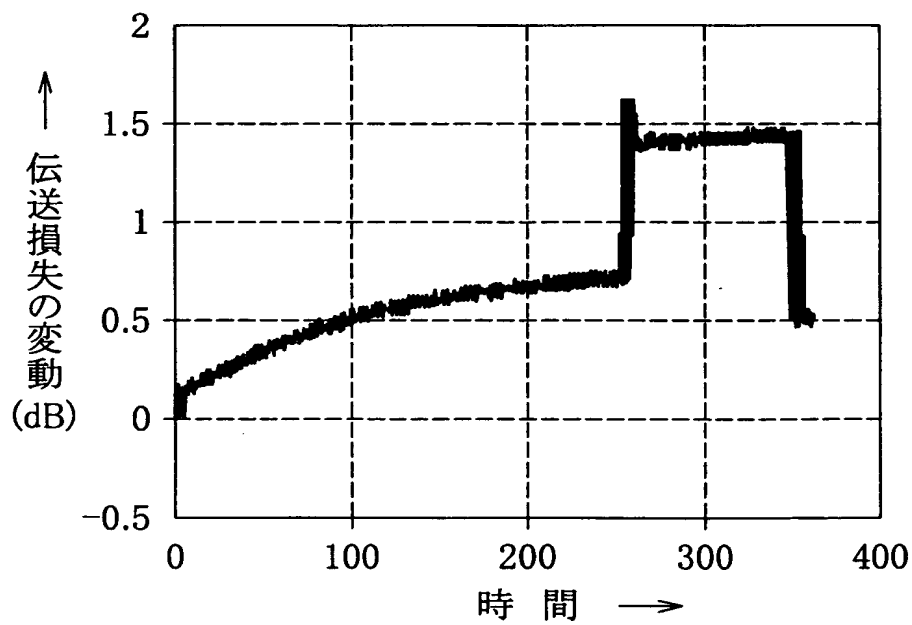
【図 1 0】



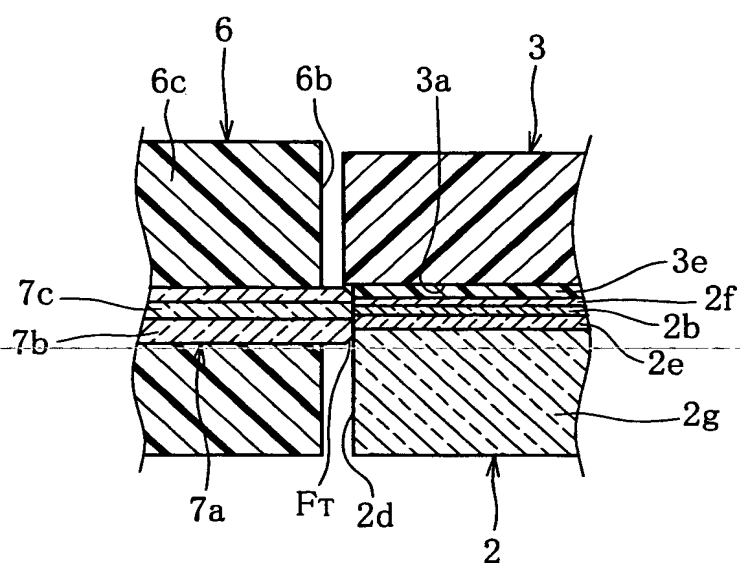
【図 1 1】



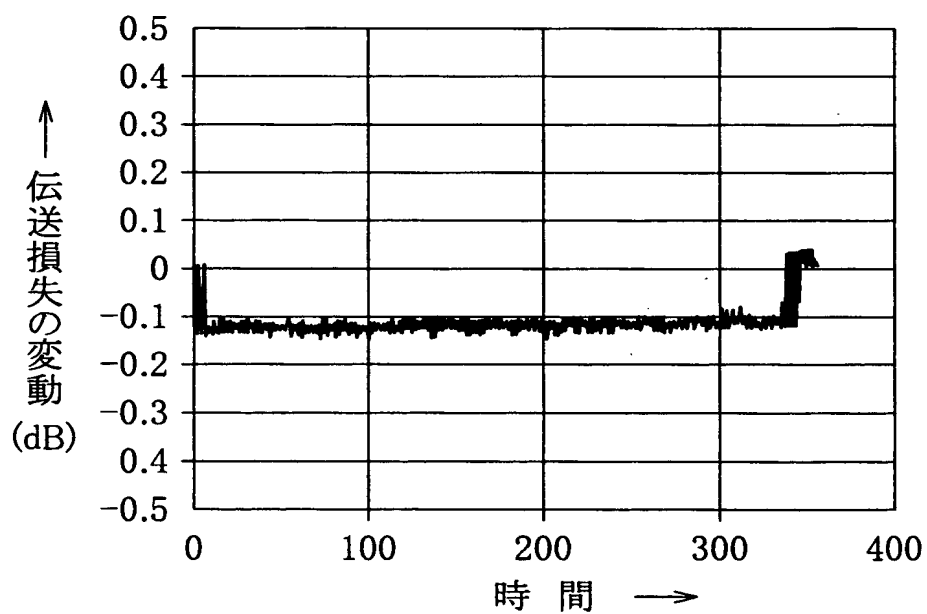
【図 1 2】



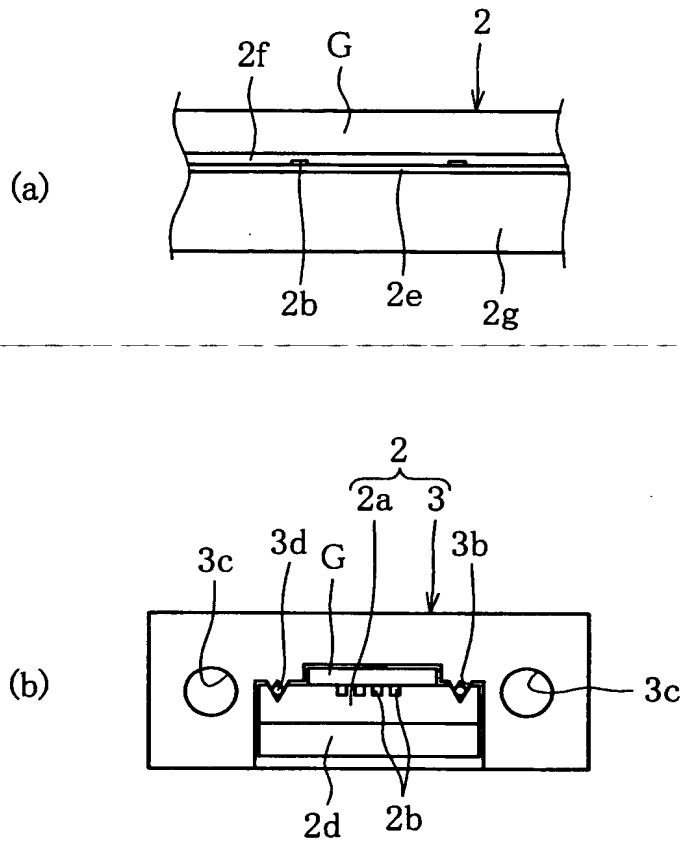
【図 1 3】



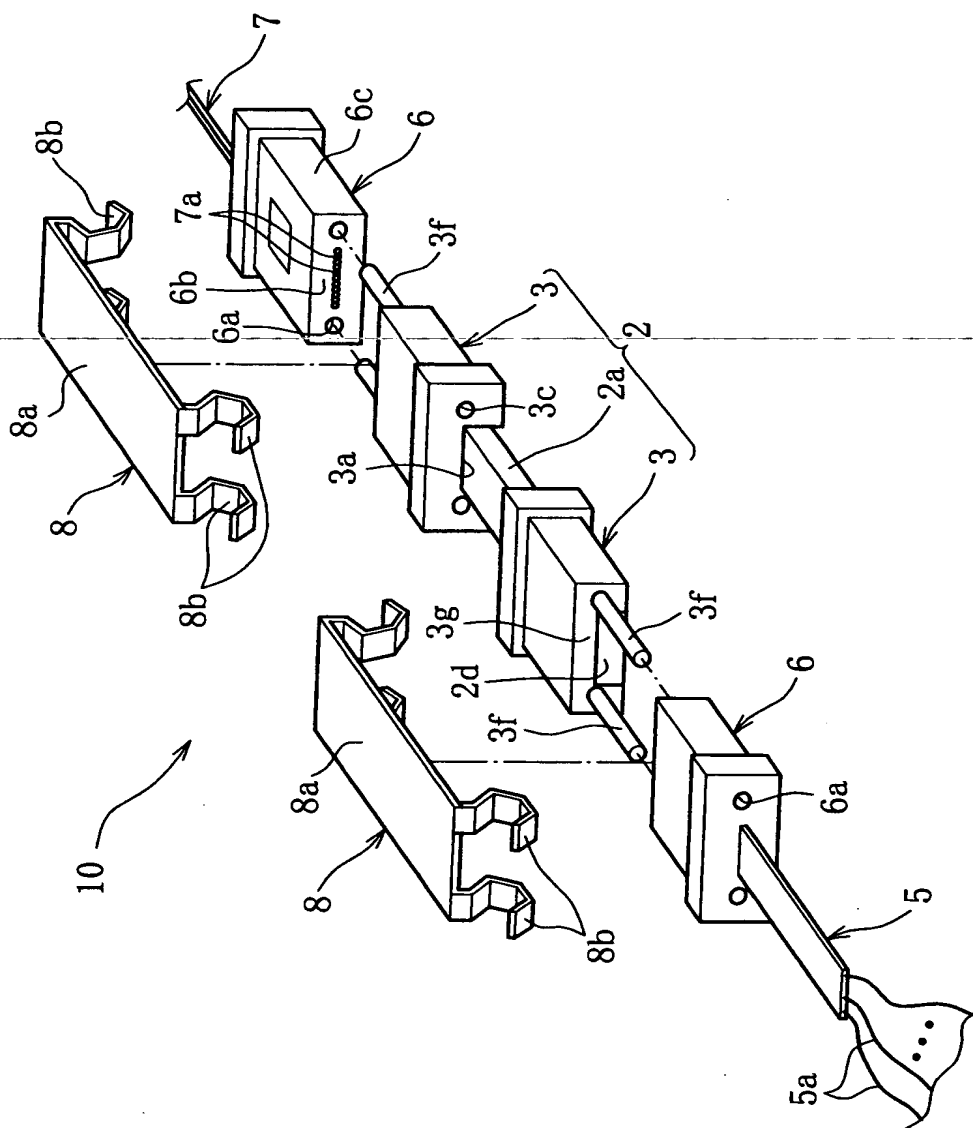
【図 1 4】



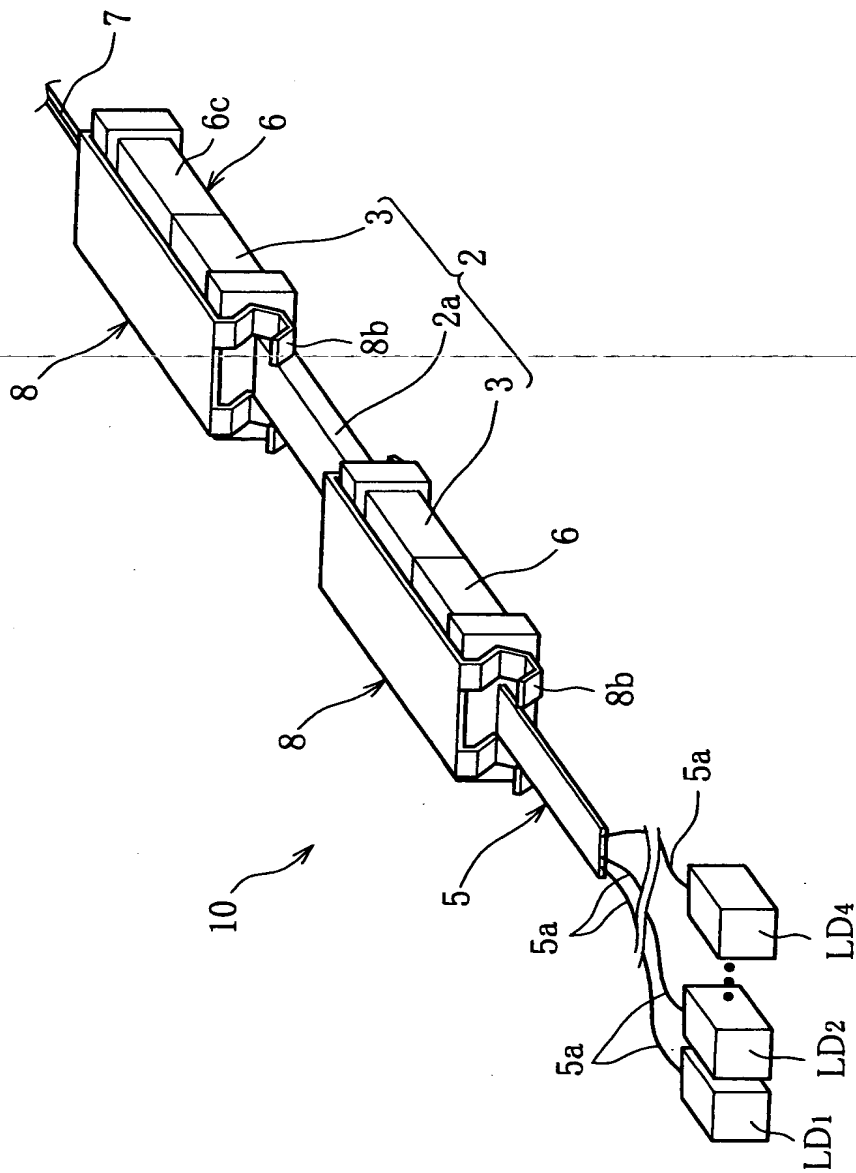
【図 1 5】



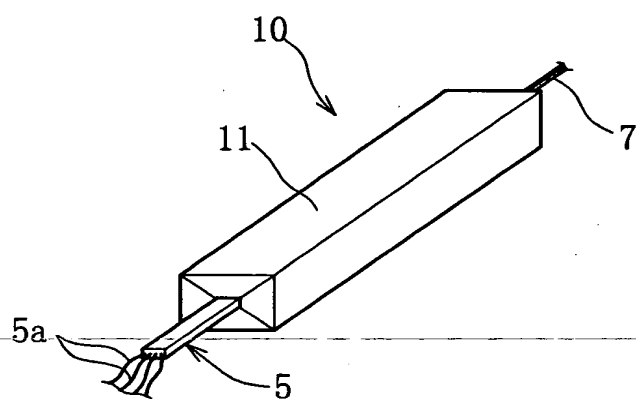
【図 1 6】



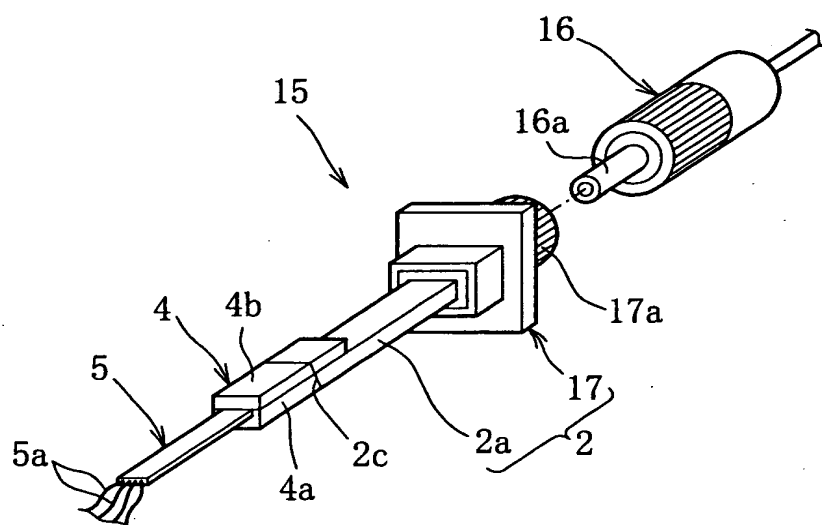
【図 1 7】



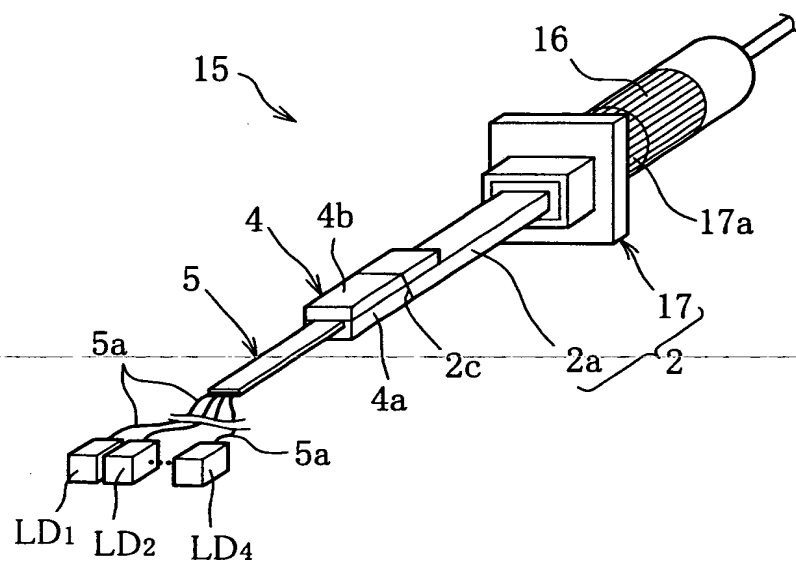
【図 1 8】



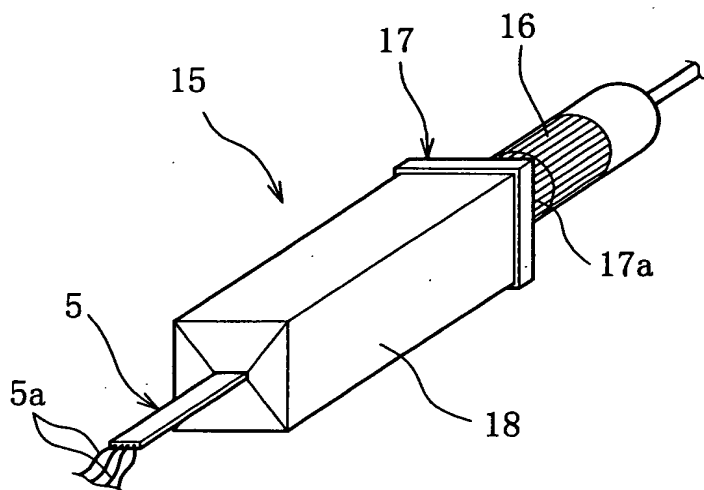
【図 1 9】



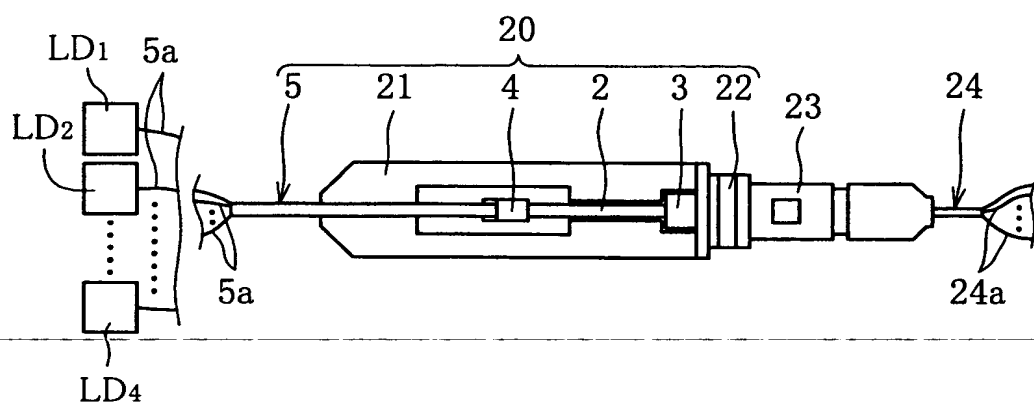
【図 2 0】



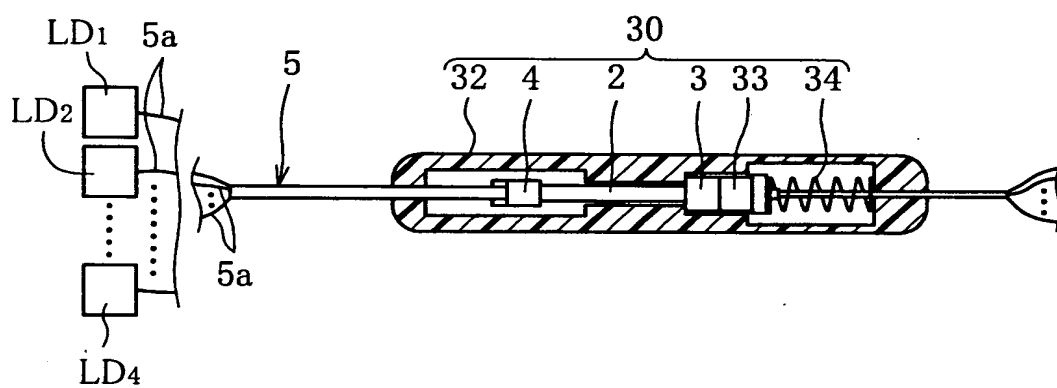
【図 2 1】



【図 2 2】



【図 2 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光導波路と光ファイバとの接続部に接着剤や屈折率整合剤が存在せず、ハイパワー光の伝送時でも接続部の信頼性が保たれ、低コストに製造できると共に、耐環境性に優れ、光導波路が高密度で集積された光導波路モジュールを提供する。

【解決手段】 光導波路チップ 2 a の端末に接続補助部材 3 が取り付けられた光導波路部品 2 と、少なくとも 1 本の光ファイバ 7 a の端末を、接続補助部材 3 と接続互換性を有する接続部材 6 c に取り付けした少なくとも 1 個の整列部材 6 とが、接続補助部材 3 と接続部材 6 c を介して接続され、光導波路チップ 2 a と光ファイバ 7 a との接続部分には接続部分を跨ぎ、接続部分を継続的に押圧する押圧部材 8 が設置され、光導波路チップ 2 a の端末に露出した光導波路と整列部材 6 の端末に露出した光ファイバ 7 a のコアとが直接接触している光導波路モジュール 1。

【選択図】 図 1

特2000-191262

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000005290]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

氏 名 古河電気工業株式会社